中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 49(2): 49～60 (2000)

苦瓜果實構造及發育之研究

II 苦瓜胚、種子和果實的發育[1]

張有明 鄭櫻慧 許華欣[2] 黃鵬林[3]

摘要：苦瓜在台灣熱生長季(夏秋作)的高溫下生長，月華和農友2號兩品種的果實生育迅速，從開花授粉、受精後到適合採收祇需13~15天，平均在第16天就開始轉黃而失去商品價值。在冷生長季(秋冬作)較低溫時的月華果實，生育需20~22天才適合採收，在授粉後24~26天才開始轉黃，是故使得果實從開花到採收時期，冷生長季下比在熱生長季時延遲將近一倍的時間。種子的發育在高溫下生長迅速，約在第9、10天即有半數種子外型已達成熟時的大小(約是三級種子)；第14天已有成熟種子（五級）出現。胚的發育在夏秋作高溫時第4-5天已有心臟形期的胚出現，將有利於早期救胚工作的進行。但秋冬作溫度較低，延遲了果實的發育，相對的種子和胚的發育也受到影響而減緩，其發育所需時間亦約延長爲夏秋作高溫期的一倍左右。兩品種不同期作的果實發育依果長、果寬、果重的增加結果，很清楚的顯示均屬單一“S”型的果實發育曲線。

關鍵詞：苦瓜、胚、種子、果實、發育。

前　　言

苦瓜(*Momordica charantia* L., bitter gourd)爲雌雄同株異花(monoecious)，雌花單生，植株一般先開雄花再開雌花。果實爲漿果，表面有多數條肋狀或瘤狀突起，果實形狀有紡錘形、短圓錐形、長圓錐形等。表皮有濃綠色、綠色與淺綠色及乳白色，成熟時果實變黃轉橙紅。種子爲盾形而扁，外包假種皮(aril)，色淡黃至黃褐色甚或黑色，種皮較厚，表面有花紋，每一果內含有種子約20～30粒左右[3,4,5,10,16]。

苦瓜食用嫩果，果肉（植物構造上爲果皮）[2]有苦味，脂肪、胡蘿蔔素和磷含量較少，但維生素C（vitamin C, ascorbic acid) 等含量高[11,16]，比番茄還多[10]；蛋白質含量亦頗爲豐富，經分析很多是屬於必需氨基酸(essential amino acid) [22]營養價值高。除果實外，種子、種子油、根、嫩莖、嫩葉亦可食用[11]；成熟的假種皮稍具甜味，除了可供食用以外，自其中所抽製之茄紅素(lycopene)，是一種極安定之天然色素，可應用於食品著色上[9]。苦瓜一向也被認爲是一種藥用植物[11]，李時珍(1590)的本草綱目謂其瓜「苦、寒、無毒」，可「除邪熱、解勞乏、清心明目」，有報告 [1] 指出其沸水抽出物也能抑制多種細菌之生長。整株苦瓜除成熟之假種皮外均富含抗癌物質醣苷(momordicosides) [14]。近年來研究更發

1. 行政院農業委員會農業試驗所　研究報告第2024號。本文爲第一作者博士論文的一部份。
2. 本所園藝系助理研究員(通信作者)、助理研究員、助理。台灣省　台中縣　霧峰鄉。
3. 國立臺灣大學園藝研究所教授兼所長。台北市。

現苦瓜含有的蛋白質可以抑制愛滋病毒(HIV) [13]，其中稱爲MAP 30的蛋白質，抑制愛滋病毒(HIV-1)的療效已漸受肯定[12]，可知苦瓜用途廣泛，是值得重視與研究的作物。因此將針對授粉受精後果實、種子和胚發育的情形及此三者之間的相互關係等方面，進行研究與探討；並調查不同溫度(栽培季節)下對果實發育的影響，希望獲得較詳盡的苦瓜生長與發育的資料，提供相關研究人員參考應用。

材料與方法

冷生長季(秋冬作)以月華苦瓜爲材料，於八十一年八月底播種於育苗缽，九月中下旬定植田間，在十、十一月盛花期進行授粉、掛牌、取樣與調查的工作。熱生長季(夏秋作)於八十二年六月初播種農友2號和月華兩種苦瓜，於七、八月盛花期，重複前一年的工作。方法如下：

一、**不同期作下的果實與種子發育調查**：授粉後掛牌，開始計算開花至果實成熟轉紅爲止的生育日數。另從授粉後至果實成熟期間，依不同生育日數，每一期(兩天一次)採10果，調查果實的果長、果寬、果重、種子數和種子級數。爲便於統計將種子由發育初期到完全成熟，依其外表顏色、形狀、大小及成熟度約略分爲五級(圖5-A)：第一級種子(發育早期)長度在1公分以下，具半透明乳白色種皮；第二級種子(發育中早期)尙未成型，種皮白色，長度約在1-1.3公分之間；第三級種子(發育中期)的種殼外表已成型，但尙未變硬，種皮呈白色到乳黃色，長度在1.3公分以上；第四級種子(發育晚期)其種殼已變硬，種皮從乳黃色到淡褐色之間；第五級種子(種子成熟期)是硬種殼，種皮淡黃褐色(接近成熟)至褐色(飽滿的成熟種子)。此外每級種子逢機各選取20粒，量其種子的長、寬、厚度和秤種子的重量。

二、**胚的發育調查**：依不同發育時期所分之五級種子(圖五-A)，每一級各取10粒種子進行解剖，置於剖顯微鏡下，並以紅墨水染色輔助觀察。在胚及胚囊的發育上，依照Raghavan[19]的分級標準，調查記錄胚乳的形狀、大小及範圍，胚的形狀、大小及分析胚的發育與種子大小(級數)的相關性。

結　果

一、不同期作下的果實與種子發育調查：

月華苦瓜冷生長季(秋冬作)於八十一年八月底播種，十月中下旬大量開花，開始進行授粉及果實和種子發育的調查。此時的日平均溫度爲十月份中下旬21℃，十一月份18.5℃（表1）。小果發育初期顏色較綠，第2天後果實開始膨大，約到第8天後，長、寬均迅速增長與膨大（圖2-A,-B），此時未成熟種子亦快速生長，但仍均在第一級階段(圖1-A，圖3-A）；第10天部份未成熟種子發育已進入第二級（圖1- B，圖3-A）；第12天時種子間發育期不同步，部份停止發育的種胚仍停留在一級發育階段甚至已消失祇剩下空的種殼，而快速發育的種胚外觀已加速膨大進入三級（圖1-C，圖3-A)，此時果重平均約每二天增加一倍(圖2-C，圖3-A ）；到16天後果重的增加才逐漸緩下來，此時種子發育已達第四級（圖1-D，圖2-C）；約18~20天時果實大小已定型，此時的果實長、寬增加不多，祇有果重仍持續增加(圖2-A,B,C)，而且果重的增長明顯呈一上升的"S"曲線，這時已有達成熟階段的五級種子出現（圖1-E，圖3-A)。冷生長季開花授粉後第15~16天時果實開始轉色，經3-4天由綠色漸漸變成淡綠色，若是套袋果則由淡綠轉成白色，此時最適合採收（約20~22天，圖4-A)，但若延長2~4天不採，很快地果實由淡綠（或白色）轉成淡黃色，已不適合販賣了；而此黃熟期的果實內，五級種子的數目(近成熟階段)則不再增加，僅有成熟度的改變，此時的種子長度和寬度不變且有些反而縮短了，但厚度則變厚，因而實際的重量仍然是變重了，此時期的種殼也快速變硬、種皮顏色亦逐漸加深，使種子達到最後完全成熟的階段（表2；圖5-A)。

表1. 1992年10, 11月及1993年7, 8月之每日最高最低及平均溫度

月份		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
81年	最高	31.2	31.8	31.6	31.4	30.2	27.7	29.2	29.1	30.2	30.1	30.5	30.9	29.3	27.7	27.3	26.5	27.8	27.5	28.8	28.5	28.7	29.1	27.4	25.7	28.3	30.2	26.8	29.2	29.2	29.7	28.7
10月	最低	22.1	23.7	24.4	22.8	21.0	19.5	18.5	20.0	18.7	19.7	19.3	18.2	20.9	20.0	20.4	19.0	17.5	16.2	17.2	17.0	16.5	15.7	17.6	15.8	15.0	14.8	16.5	18.5	18.9	16.7	14.7
	平均	25.8	26.9	27.2	26.5	24.8	22.8	22.9	23.3	23.2	23.8	23.5	23.6	24.2	23.2	22.5	21.8	21.8	20.6	21.0	21.1	20.8	21.3	21.7	20.1	19.0	20.3	21.7	21.9	23.1	21.3	20.7
81年	最高	28.6	27.7	28.3	29.0	27.4	28.3	28.5	27.5	22.6	21.7	24.7	26.4	26.5	28.0	25.1	28.2	26.7	26.1	28.8	21.4	20.3	23.6	25.2	25.7	25.0	22.8	24.3	25.9	26.2	27.6	
11月	最低	17.0	16.0	16.4	16.9	16.5	15.9	15.7	15.1	14.9	9.8	9.1	12.4	16.2	18.8	20.7	18.4	17.9	18.2	18.1	13.5	12.2	11.7	16.4	15.0	13.5	13.0	11.2	13.7	12.7	15.4	
	平均	21.6	20.5	21.3	21.6	21.1	21.1	20.5	19.9	17.8	15.5	15.8	18.6	20.4	22.1	22.4	21.7	21.2	21.8	22.4	17.4	14.6	17.6	19.4	19.3	18.2	17.4	17.3	18.4	18.7	20.0	
82年	最高	34.2	32.8	33.5	35.0	34.9	34.9	34.9	33.9	33.6	34.7	35.2	34.4	33.8	33.7	33.2	33.3	33.8	33.6	31.5	33.8	33.7	33.6	33.1	33.0	34.2	33.9	33.6	34.8	34.5	34.4	33.2
7月	最低	26.6	25.5	24.1	25.1	24.6	24.4	24.5	24.5	24.4	24.5	23.8	22.9	24.3	24.2	25.8	25.0	25.2	26.6	24.8	24.6	25.6	24.6	24.9	25.1	26.0	25.0	25.6	25.2	25.8	25.0	25.3
	平均	29.7	28.3	28.5	29.1	29.2	29.3	29.1	28.6	28.4	28.1	26.4	27.7	27.7	28.6	29.0	28.9	29.4	27.6	29.0	28.6	28.4	28.5	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.3	29.7	28.5	27.7
82年	最高	33.8	34.3	33.9	32.9	32.9	33.3	33.4	35.3	33.2	33.0	32.8	33.5	33.1	32.2	32.7	33.4	34.5	32.3	33.8	34.7	34.5	32.5	32.1	33.3	33.2	34.1	33.3	33.2	33.6	33.0	32.5
8月	最低	24.8	25.6	25.9	26.1	25.6	25.2	25.3	25.6	24.7	24.6	24.1	24.3	24.7	24.5	23.9	24.4	25.2	25.1	23.9	24.3	24.3	25.5	24.4	25.2	24.4	23.5	23.5	23.4	22.8	23.1	22.3
	平均	29.1	29.3	29.1	29.1	29.0	28.8	29.2	29.2	26.9	27.6	26.9	27.8	28.6	26.9	27.6	28.7	28.1	28.4	27.5	28.0	28.3	28.3	27.3	28.3	28.0	28.4	28.5	26.2	26.6	27.5	26.6

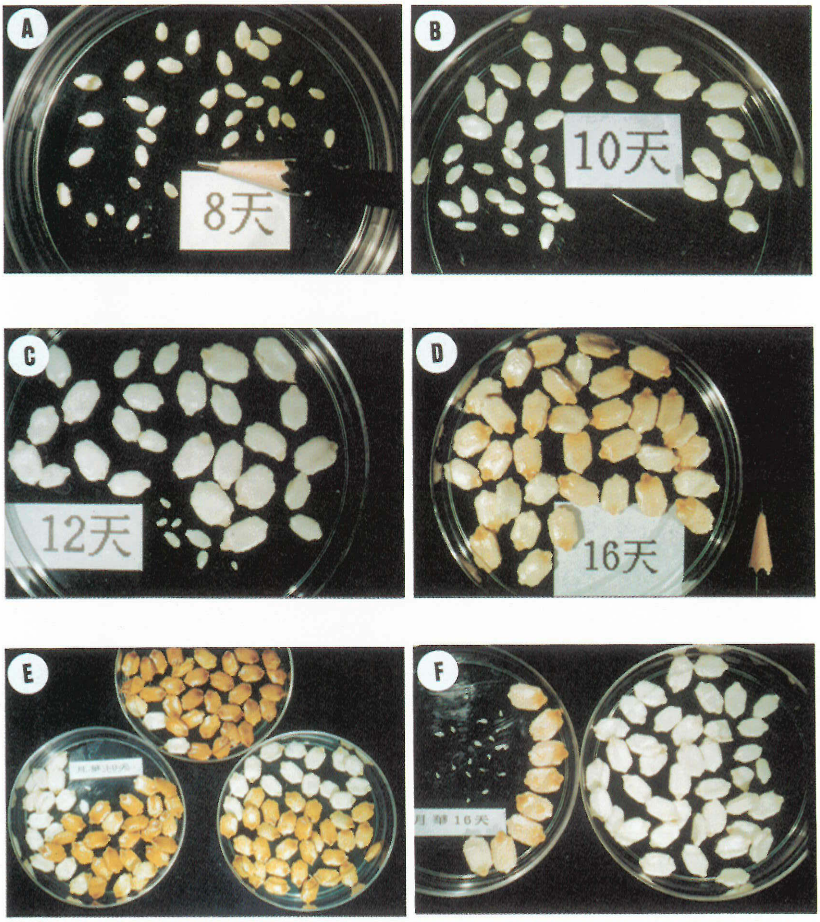


圖1. 月華苦瓜1992年冷生長季(秋冬作)和1993年熱生長季(夏秋作)栽培時種子發育的外觀

Fig 1. Features of seeds in fruit of different developmental stage of bitter gourd cv. Moon Shine in cold growth season of 1992 and in hot growth season of 1993.

1-A~1-E 1992年冷生長季(秋冬作)種子（The seeds belong to cold growth season of 1992.）

1-A 授粉後8天的種子，種殼軟，大小不到成熟種子一半
（8 days after pollination, soft coat, half of full growing size.）

1-B 授粉後10天的種子，部分種子已達一公分
（10 days after pollination, above 1 cm of partial seeds.）

1-C 授粉後12天的種子，部分種子外觀已成型
（12 days after pollination, full growing size of partial seeds.）

1-D 授粉後16天的種子，淡褐色種殼出現
（16 days after pollination, light brown seed coat.）

1-E 授粉後19天的種子，種子大都成熟
（19 days after pollination, all most mature seeds.）

1-F 在1993年熱生長季(夏秋作)同爲授粉16天但果內的種子發育完全不一樣
(Asynchronous seed development and seed size from two fruits at 16 days after pollination in hot growth season of 1993.)

表2. 兩種苦瓜種子不同發育等級之性狀調查[z]

Table 2. Characteristic comparison of two varieties of bitter gourd seeds at different developmental stages [z]

Variety	Grade	Length (cm)	Width (cm)	Thickness (cm)	Fresh weight (g)
Moon Shine	1	0.86 ± 0.042	0.51 ± 0.018	0.10 ± 0.007	0.07 ± 0.007
Known-You No.2		0.89 ± 0.034	0.51 ± 0.011	0.14 ± 0.006	0.11 ± 0.005
Moon Shine	2	1.29 ± 0.14	0.78 ± 0.017	0.21 ± 0.013	0.16 ± 0.02
Known-You No.2		1.24 ± 0.12	0.73 ± 0.016	0.21 ± 0.014	0.16 ± 0.024
Moon Shine	3	1.34 ± 0.31	0.90 ± 0.068	0.21 ± 0.045	0.26 ± 0.064
Known-You No.2		1.43 ± 0.26	0.86 ± 0.087	0.26 ± 0.047	0.30 ± 0.069
Moon Shine	4	1.34 ± 0.14	0.96 ± 0.054	0.21 ± 0.026	0.32 ± 0.042
Known-You No.2		1.45 ± 0.2	0.86 ± 0.047	0.25 ± 0.023	0.30 ± 0.046
Moon Shine	5	1.34 ± 0.16	0.92 ± 0.024	0.22 ± 0.021	0.34 ± 0.027
Known-You No.2		1.38 ± 0.15	0.82 ± 0.02	0.25 ± 0.021	0.31 ± 0.025

[z] Average of 20 seeds.

八十二年熱生長季(夏秋作)則進行月華及農友2號兩種苦瓜的調查，六月初播種七月中下旬進入量產；此時日平均溫度在七月中下旬爲28.6℃，八月爲28.1℃（表1）。熱生長季果實發育較快，月華苦瓜授粉後，第4天的果長、果寬就迅速生長（圖2-A,B），而果重則以平均每天增加爲原來1.5~2倍的速度增長（圖2-C）；果內未成熟種子的發育也極爲快速，第4~5天種子發育即達第二級，第6~7天種子發育即達第三級，第10天已有四級種子出現（圖3-B），未成熟種子發育的趨勢和冷生長季類似，唯整個發育期縮短了。第12天果實表面已開始轉色變淡綠或變白；果重的增加到第13、14天已漸趨緩和，最適合採收期一般約在第13~15天，此時若不採收，一兩天後（約16天以上）即迅速轉黃而失去商品價值（圖4-B）。適合採收時的果實雖然近成熟階段，但種子發育較慢，達五級成熟期的數量尚不多；而是在果實成熟期到黃熟期的階段，種子才大量且迅速的成熟到達五級的完熟後期（圖3-B）。農友2號苦瓜的果實、種子發育趨勢（圖2-A,B,C，圖3-C）和月華苦瓜類似也是發育快速，第5天即可出現二級種子，第6天種子發育已達第三級，而第11、12天有大量的三級種子出現，接著第14天就有四、五級種子產生。農友2號果實轉色與採收期和月華苦瓜差不多，果重的增長亦明顯呈一上升的"S"曲線。兩種苦瓜在熱生長季有一較明顯的共通現象，即同一天開花的雌果，由於大小不同、著生部位不同，隨著發育日數的增加，單果間的大小差異也逐漸加大，因而影響到果實內部種子的發育也導致很大的差異（圖1-F），此情形在苦瓜冷生長季時很少發生。

二、種胚的發育調查：

爲瞭解種子大小與胚發育的關係，依前述以種子顏色、大小、形狀和質地分成五級（圖5-A），每級各取20粒的月華和農友2號苦瓜種子，量其長、寬、厚度及單粒重（表2），並解剖調查胚的發育。結果顯示種子發育由一級到二級，兩個品種的平均種子長、寬各增加了50%，種子厚度增加100%，但種子的重量衹有增加30%。兩種苦瓜種子從二級發育到三級，在長、寬均略有增加，種子厚(高)在農友2號無增加，而在月華品種則略有增加，使得月華種子在重量上三級較二級約增加100%，而農友

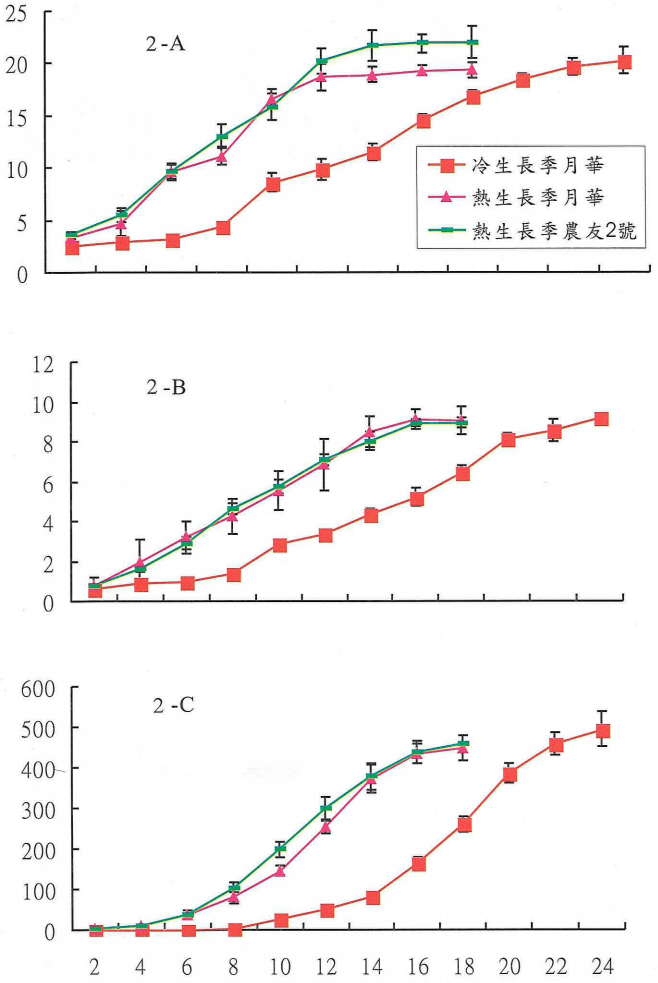


圖2. 月華和農友2號兩苦瓜品種在冷生長季和熱生長季的果長、果寬和果重發育曲線

Fig 2. Growth curve of fruit length, fruit width and fruit weight of bitter gourd cvs. Moon Shine and Known-You No. 2 in cold growth season and hot growth season.

2號則只增加60%。種子往後繼續發育從三級、四級到五級，其外殼的長、寬、厚都沒什麼增加，反而到五級的種子(尤其是發育後期)時，其長度和寬度反而略有縮短的現象；隨種子發育級數的增加而持續增加的只有種子重。在胚及胚囊的發育上依照Raghavan [19]的分級標準，第一級種子(發育早期)的範圍大約是結合子（zygote）開始細胞分裂成細胞團到球型期（globular stage）的階段，此階段的胚很小，仍是一團細胞，呈半透明，外表由透明的胚囊所包裹，這個時期的胚大小約在0~100 μm。二級種子(發育中早期)胚的發育約從球形期或早心臟形期（early heart-shaped stage）(其大小在101~200 μm左右)，經晚心臟形期（late heart-shaped stage）(其大小約在250~500 μm左右)（圖5-B）到魚雷形型期（torpedo-shaped stage）其大小約在500~900 μm左右（圖5-C）；此時的胚在解剖顯微鏡下可明顯看出，爲一乳白色小點及其約略形狀，此時透明的胚囊約佔未成熟種子腔的1/5~1/4。三級種子(發育中期)的胚則從魚雷形期之後經近似子葉期的拐杖形期(walking-stick-shaped)（圖5-D）大小約在

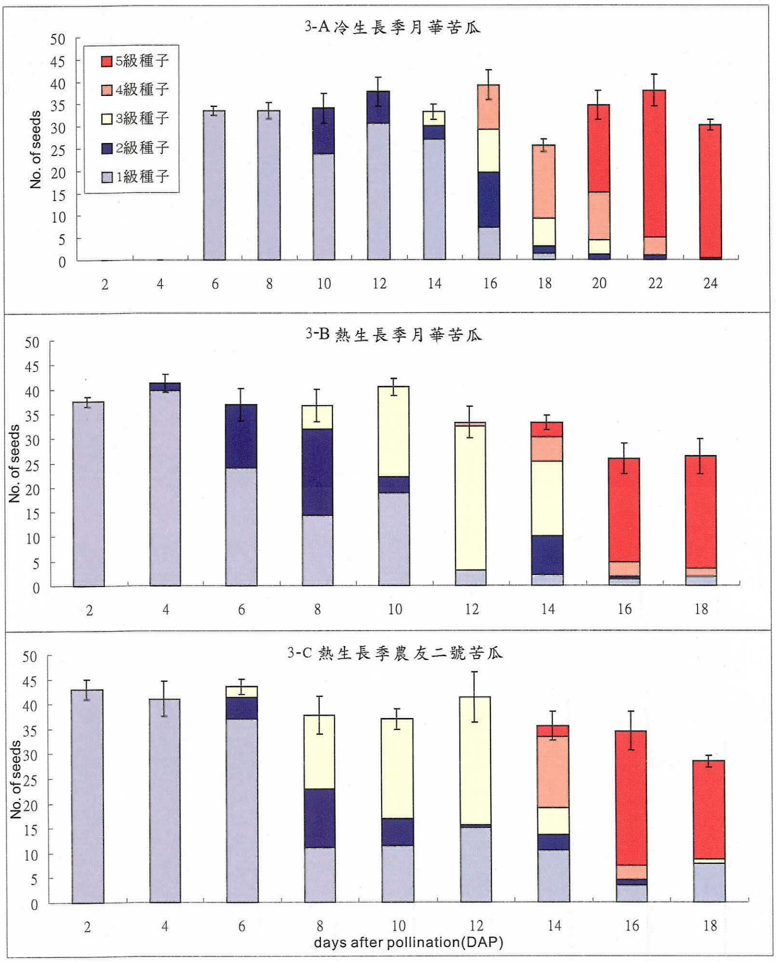


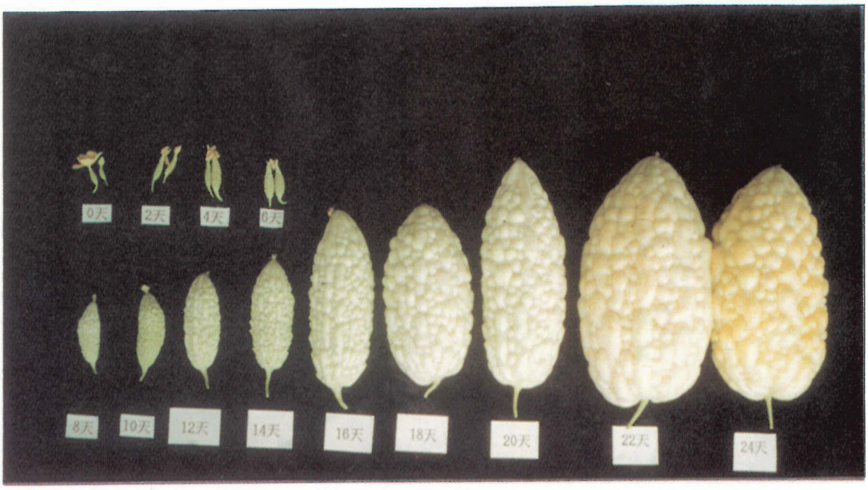
圖3. 月華和農友2號苦瓜冷生長季和熱生長季對果實內種子發育程度和速率的比較

Fig 3. Comparison of seed development between bitter gourd cvs. Moon Shine and Known-You No. 2 in cold growth season and hot growth season.

2~4mm，到子葉期的倒U型期（inverted-U-shaped）大小約在4~8mm；倒U型期只看到胚和子葉，胚囊已逐漸消失不見了，囊膜和子葉幾乎完全密合（圖5-A第3行下方）；而從魚雷形期到拐杖形期的胚囊仍明顯可見，胚囊約佔種子腔的1/4~1/2（圖5-C）。四級種子(發育晚期)的胚和子葉仍爲白色，在逐漸變厚加寬加大中（圖5-A第4行下方）。五級種子(發育爲成熟期)含近成熟或成熟的胚、子葉，其表皮顏色已由白色轉成綠色，漸加深成墨綠色，此階段透明的胚囊已不見，胚囊和子葉已完全密合，此墨綠色的膜就是種子成熟後包覆在子葉和胚上的胚囊薄膜（圖5-A第5行下方）。

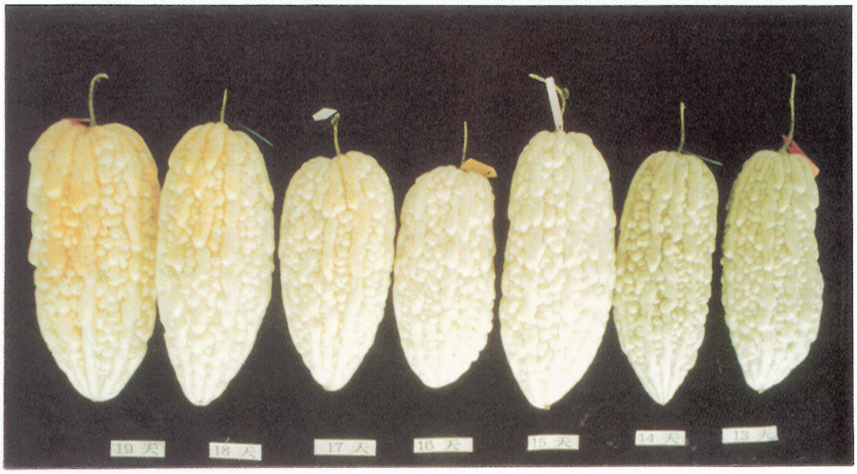
討　論

本試驗於熱季(夏秋作)和冷季(秋冬作)栽種苦瓜，此兩期作苦瓜的幼苗培育階段分別是1993年6月和1992年9月，此時在台灣中部均仍處於高溫下，植株的生長、發育極爲快速，因此從播種、定植到



4-A 1992年冷生長季(秋冬作)月華苦瓜授粉後不同天的果實發育

Fruit growth of bitter gourd cv. Moon Shine at different days after pollination in cold growth season of 1992.



4-B 1993年熱生長季(夏秋作)月華苦瓜授粉後不同天的果實發育

Fruit growth of bitter gourd cv. Moon Shine at different days after pollination in hot growth season of 1993.

圖4. 冷、熱兩生長季月華苦瓜果實肥大發育成熟情形

Fig 4. The development and enlargement of fruits in bitter gourd cv. Moon Shine at two growth seasons.

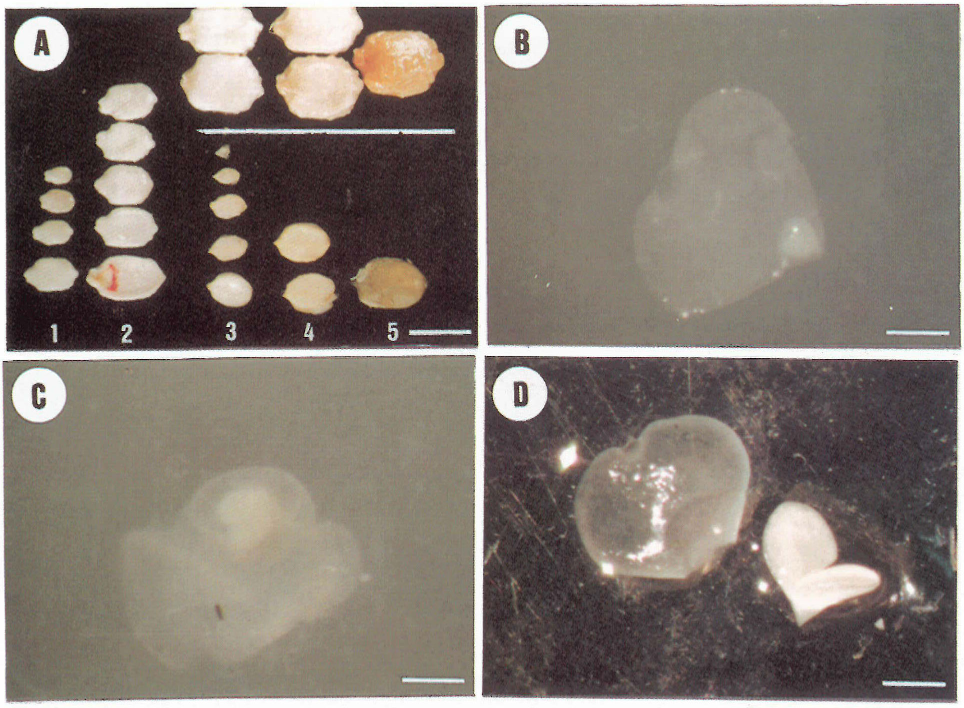


圖5. 苦瓜胚和種子不同發育期的外觀形態

Fig 5. The phenotypic appearance of developmental embryos and seeds of bitter gourd at various stages.

5-A 1~5級不同發育時期的胚和/或種子(依序爲1.均爲第1級種子2.均爲第2級種子(但最下方一粒爲剖半種子並用紅墨汁框出胚囊的範圍)3.白線上方爲第3級種子下方爲第3級胚(含胚囊) 4.白線上方爲第4級種子下方爲第4級胚(含胚囊) 5.白線上方爲第5級種子下方爲第5級胚(含胚囊)。

1~5 grade (from left to right) of the developmental stages of embryos and/or seeds. 1. 1 grade seeds. 2. 2 grade seeds. 3. 3 grade seeds on the line, 3 grade embryos under the line. 4. 4 grade seeds on the line, 4 grade embryos under the line. 5. 5 grade seeds on the line, 5 grade embryos under the line. bar = 10 mm.

5-B 心臟形期胚（白色不透明小點，外罩半透明胚囊）。

Heart-shaped stage of embryo. bar = 1mm.

5-C 魚雷形期胚（白色不透明，外罩半透明胚囊）。

Torpedo-shaped stage of embryo. bar = 1mm.

5-D 近似子葉期中的拐杖形期胚（右邊爲胚，左邊爲胚囊）。

Nearly walking-stick shaped embryo in cotyledon stage. bar = 2mm.

第一朵雌花開花，兩期作的時間相當一致，僅需40~45天左右。而夏秋作，月華和農友二號兩品種授粉後，果實發育正處於高溫期，從開花到採收祇要14~15天，一般約在第12天果實表面已開始轉變爲淡綠或白色，當苦瓜市場價格好時，農民會提前於此時採收販賣；關[10]和岩佐[11]也指出，東南亞地區栽培的苦瓜，正常發育生長約半個月可採收，此亦證明苦瓜一般栽培時期是在熱帶夏秋季。秋冬作結果期溫度較低(平均約低7~9℃)，則明顯的延遲月華果實的發育，從開花授粉到採收平均須20天以上才適合採收，且種子和胚的發育也明顯的跟著延緩了。例如秋冬作的月華三級未成熟種子在授粉後第十四天出現，較夏秋作的月華在授粉後第七天和農友二號在授粉後第六天出現，整整晚了一倍(7-8天)

以上的時間，由此顯示溫度對苦瓜植株的生長、果實的發育影響很大。雖然一般胚培養的救胚行動愈早愈好，但也愈難培養[21]；據觀察三級未成熟種子的胚發育階段是介於魚雷型期到子葉的拐杖型期間，這時期若進行胚培養，成功的機率大[20]；但由於溫度的改變影響苦瓜種子和胚的發育很大，因此若要進行此時期的胚培養時，必須要注意不同栽培期的取樣時機。

初期剛發育的苦瓜果實內，每一子房中平均有40到50個胚珠，最高可達60個以上；但一般僅20~30粒種子會成熟，最多近40粒。本調查亦顯示授粉、受精佳的果實，其成熟種子數可達40粒以上，且大都集中在果實的中、後段，而其不發育或發育不良的種子則都集中在果實頭部（近果梗端，即遠離柱頭端）；有報告[8]指出，授粉後花粉管在果實內的延伸，愈往後(遠離柱頭端)花粉管數愈少，幾乎找不到花粉管，由成熟種子的分佈，顯示果實的結實率可能和此現象有關。然一個完全正常發育且成熟的果實所收穫的種子，往往只有原來幼果(雌花)胚珠數的一半或更少，因此應該還有其他的影響因素。依據圖4-B, C顯示，夏秋作兩種苦瓜在授粉八~十天後，其果實內發育若達二、三級階段的種子量大於成熟階段的種子量，據推測可能是在授粉八~十天後，其果實內的種子發育若生長慢仍停留在第一級或第二級初期的階段，則往後將難再繼續發育至成熟的種子，而發育已達第二級以上，則可繼續發育至成熟的階段；已知苦瓜種子比其他大多數的瓜類都大(蛇瓜除外)，生長發育快速，成熟期亦比其他大多數的瓜類早，造成種子之間吸收養份的競爭勢必明顯，因此不同級種子之間的發育，除可能受到授粉受精的影響外，推測也會受到養分競爭的影響；而其詳細的影響機制，則有待進一步的探討。

苦瓜果實成熟快，其老化更快，成熟果若延2~4天不採，很快地由淡綠（或白色）轉成淡黃色就失去商品價值了，這可能和苦瓜屬更年期果實對乙烯敏感有關[7]。然而從果實成熟到黃熟老化，這段黃熟期對四、五級種子的完熟卻很重要，據調查此時成熟種子數目不增或增加有限，且種子長和寬不增反而變短了，然而種子的厚度變厚重，且整粒種子的重量仍持續增加中，加上種殼變硬，種皮顏色加深，內含物充實而可達到種子完全成熟的目標。 Delouche[15]也指出種子採收的後熟處理很重要，若後熟不足會影響採收種子的品質與壽命。兩品種不同期作的果實發育依果長、果寬、果重的增加結果(圖2)，很清楚的顯示均屬單一“S”型的果實發育曲線，其結果和郭[6]的報導相同。

引用文獻

1. 李季眉。 1982。苦瓜抑菌成份的性質。中華農學會報。127:68-76。
2. 李揚漢。 1991。蔬菜解剖與解剖技術：第六章蔬菜花的形態與解剖和第七章蔬菜果實和種子的解剖。第252-324頁。農業出版社。北京。
3. 肖春英、張日藻。 1987。蔬菜栽培學各論：苦瓜(浙江農業大學主編，南方二版) 。第287-289頁。農業出版社。北京。
4. 林學正、蕭吉雄、張有明、林泰椿。 1985。瓜類種源圖說。台灣省農業試驗所編印。台中。 60頁。
5. 郁宗雄。 1982。瓜類栽培：苦瓜(梁鶚主編，增訂三版)。第150-156頁。豐年社出版。台北。
6. 郭純德。 1987。苦瓜果實採收成熟度與採收後生理之研究。國立台灣大學園藝學研究所碩士論文70頁。
7. 郭純德、蔡平里、林宗賢。 1987。採收後苦瓜果實之呼吸型式及乙烯自動催化生成。中國園藝33:161-171。
8. 張有明、劉邦基、蕭吉雄、許圳塗。 1999。苦瓜果實構造及發育之研究 I. 苦瓜果實構造與受精過程。中華農業研究48(4):23-31。
9. 顏國卿、孫璐西、李東慶。 1981。苦瓜子中番茄紅素之研究 I.成分鑑定、番茄紅素含量調查及催熟試驗。中國農業化學會誌 19(3,4):227-235。
10. 關佩聰。 1985。苦瓜-中國農業科學院蔬菜研究所(主編)。中國蔬菜栽培學。第607-611頁。農業出版社。北京。
11. 岩佐俊吉。 1980。熱帶的蔬菜--苦瓜(Bitter gourd)。第45-48頁。養賢堂。東京。
12. Bourinbaiar, A.S. and S. Lee-Huang. (1995) Potentiation of anti-HIV activity of anti-inflammatory drugs, dexamethasone and

indomethacin, by MAP30, the antiviral agent from bitter melon.. Biochem. Biophys. Res. Commun. 208(2):779-785.

13. Dagani, R. (1991) New plant proteins inhibit HIV in vitro. Chem. Eng. News. 69(37):29-30.
14. Devadas, V.S. and S. Ramadas. (1994) Heterosis and combining ability for bitter principals in *Momordica charantia* Linn. Cucurbit Genet. Coop. Rep. 17:132-134.
15. Delouche, J.C. (1980) Enviromental effects on seed development and seed quality. HortScience 15:775-780.
16. Herklots, G.A.C. (1972) Vegetables in South-East Asia-Bitter cucumber. London, George Allen & Unwin LTD, pp.333-338.
17. McCreight, J.D., H. Nerson and R. Grumet. (1993) Melon (*Cucumis melo* L.) In : Genetic Improvement of Vegetable Crops, Kalloo, G. and B.O. Bergh. (eds.), Pergamon Press, Oxford, pp. 267-294.
18. Mini Raj, N., K.P. Prasanna and K.V. Peter. (1993) Bitter gourd (*Momordica* spp.) In : Genetic Improvement of Vegetable Crops, Kalloo, G. and B.O. Bergh. (eds.), Pergamon Press, Oxford, pp. 239-246.
19. Raghavan, V. (1965). Hormonal control of embryogenesis in *Capsella.* In: Proceedings of an International Conference on Plant Tissue Culture, R. White and A.R. Grove (eds.), McCutchan Publishing Corp, Berkeley, pp. 357-369.
20. Raghavan,V.(1994) In vitro methods for the control of fertilization and embryo development. In: Plant Cell and Tissue Culture, Kluwer Academic Publishers, Vasil. I.K. and T.A. Thorpe. (eds.), Netherlands, pp.173-194.
21. Williams, W.M.,, G. De Lautour. and E.G. Williams. (1987) A hybrid between *Ornithopus sativus* and *O. comperssus* cv. 'Pitman' obtained with the aid of ovule-embryo culture. Aust. J. Bot. 35(2):219-226.
22. Yuwai, K.E., K.S. Rao, C. Kaluwin, G.P. Jones and D.E. Rivett. (1991) Chemical composition of *Momordica charantia* L. fruits. J. Agric. Food Chem. 39:1762-1763.

Observation of Fruit Anatomy and Development of Bitter Gourd

II. Development of Embryo, Seed and Fruit of Bitter Gourd[1]

You-Ming Chang, Ying-Hiey Cheng, Wha-Shin Hsu[2]
and Pung-Ling Huang[3]

Summary

The fertilized fruit of bitter gourd (*Momordica charantia* L.) grow rapidly under high temperature in hot growth season (summer-autumn period) of 1993, it took 12 to 16 days for harvest and the fruit turn yellow in 16 days in Taiwan . It took 20 to 22 days for harvest under lower temperature in the cold growth season (autumn-winter period) of 1992. The fruit color turn yellow in 24 days after pollination (DAP). Seeds of bitter gourd also develop rapidly at high temperature. About 50% of seeds develop into third grade with the size near maturity at 9-10 DAP. But few seeds(about 30~40%) develop into mature seed (fifth grade) at 14-16 DAP. In hot growth season, some embryos develop to heart-shaped stage at 4-5 DAP which should be benefit for embryo rescue manipulation. On the contrary, the fruit growth, seed and embryo development were delayed in cold growth season of 1992.

Key words : bitter gourd, embryo, seed, fruit, development.

1. Contribution No. 2024 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. This paper is a part of the Ph D. thesis of the senior author.
2. Respectively, Assistant Horticulturist (corresponding author, e-mail address: ymchang@wufeng.tari.gov.tw), Assistant Horticulturist and Assistant, Department of Horticulture, TARI Wufeng, Taichung, Taiwan.
3. Professor and head, Department of Horticulture, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.